



NOWE ZWIĄZKI PSYCHOSTYMULUJĄCE – OD CZUWALICZKI JADALNEJ DO „ZOMBI DRUG”

Jolanta B. Zawilska (Łódź)

Streszczenie

W okresie ostatniej dekady na światowym rynku narkotykowym obserwujemy gwałtowny wzrost liczby nowych związków psychoaktywnych, potocznie nazywanych „legal highs”, „designer drugs”, „party pills”, a w Polsce „dopalacze”. „Dopalacze” stanowią heterogenną grupę związków naturalnych, półsyntetycznych i syntetycznych, o zróżnicowanym działaniu na procesy poznawcze, nastrój i zachowanie. Syntetyczne pochodne β -katynonu, związku naturalnie występującego w czuwaliczkce jadalnej, należą do jednej z najbardziej popularnych grup „dopalaczy”. Wykazują one znaczne podobieństwo strukturalne do amin katecholowych oraz do narkotycznych substancji psychostymulujących – amfetaminy, metamfetaminy i ekstazy. Zażycie syntetycznych katynonów wywołuje objawy pobudzenia ośrodkowego układu nerwowego analogiczne do działań kokainy i amfetamin. Artykuł omawia mechanizm działania katynonów oraz zagrożenia wynikające z ich stosowania.

Abstract

The last decade has seen a rapid and continuous growth in the number of new psychoactive substances (NPS), so-called legal highs, designer drugs or party pills, on the world recreational drug market. NPS represent a heterogenous group of natural, semisynthetic and synthetic compounds that produce differing effects on cognitive processes, emotions and behavior. Synthetic cathinones, analogues of a natural substance present in khat (*Catha edulis* Forsk.), are among the most prevalent groups of NPS. They show significant structural similarity to catecholamines and exogenous psychostimulant narcotics – amphetamine, methamphetamine and ecstasy. Ingestion of synthetic cathinones produces effects of the central nervous stimulation comparable to those evoked by amphetamines and cocaine. The article describes mechanisms of cathinones action and discusses risks associated with their use.

Wprowadzenie

W połowie pierwszej dekady XXI wieku na europejskim rynku narkotykowym zaczęły pojawiać się nowe substancje psychoaktywne (ang. New Psychoactive Substances; NPS), potocznie nazywane „legal highs”, „designer drugs”, „party pills”, a w Polsce „dopalacze”. W latach 2009–2017 do Biura Narodów Zjednoczonych ds. Narkotyków i Przestępstw (United Nations Office on Drugs and Crime; UNODC) z różnych krajów na świecie wpłynęły raporty o 803 nowych związkach psychoaktywnych [20]. Bardzo niefortunna i jednocześnie myląca polska nazwa „dopalacze” sugeruje, że są to związki psychostymulujące, które naśladują aktywność takich narkotyków jak kokaina czy amfetamina i jej pochodne. Nowe związki psychoaktywne to jednakże bardzo zróżnicowana pod względem budowy chemicznej i profilu działania grupa substancji. Do szerokiej i stale rozrastającej się rodziny NPS, obok związków psychostymulujących

(o działaniu podobnym do kokainy i amfetamin), należą syntetyczne kanabinomimetyki (naśladujące działanie marihuany), związki halucynogenne, syntetyczne opioidy (głównie pochodne fentanylu) i nowe pochodne benzodiazepiny (tzw. designer benzodiazepines) [23].

Do końca 2017 roku na świecie zarejestrowano 285 nowych związków psychostymulujących, co stanowi ponad 1/3 wszystkich nowych związków psychoaktywnych [20] (Ryc. 1). Do psychostymulujących „dopalaczy” należą związki o różnej budowie chemicznej [23]:

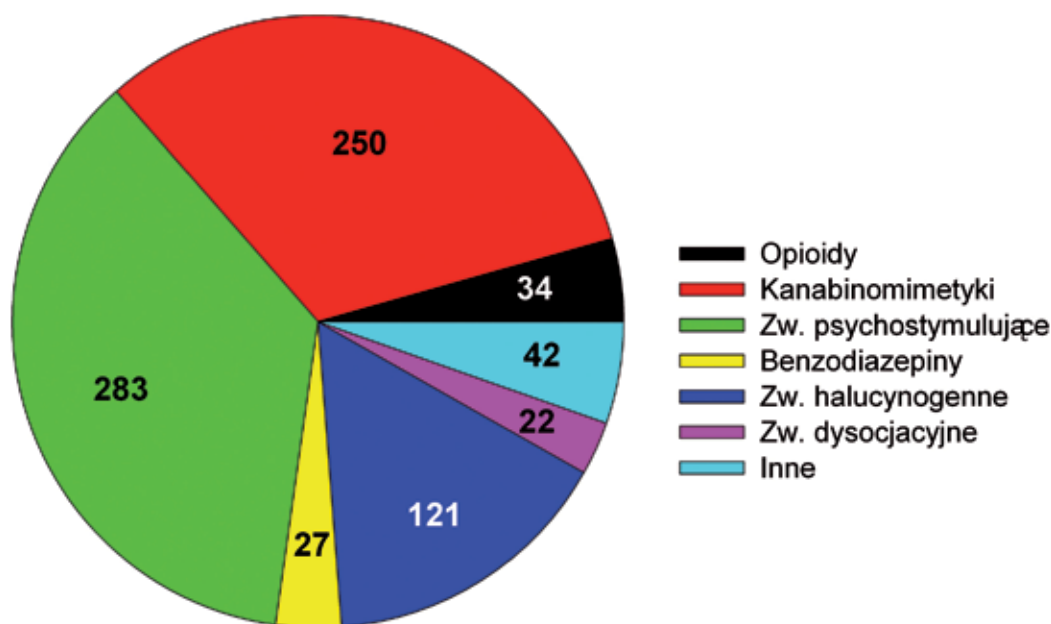
- syntetyczne pochodne katynonu;
- pochodne piperazyny, np. *N*-benzylpiperazyna (BZP), metoksyfenylopiiperazyna (MeOPP) i trifluorometylofenylopiiperazyna (TFMPP);
- pochodne 2,5-dimetoksyamfetaminy, np. 4-bromo-2,5-dimetoksyamfetamina (DOB) i (4-jodo-2,5-2,5-dimetoksyamfetamina (DOI);
- pochodne 2-aminoindanu, np. 5-jodo-2-amino-

indan (5-IAI), 5,6-metylenodioksy-2-aminoindan (MDAI) i 5,6-metylenodioksy-*N*-metylo-2-aminoindan (MMDAI)

– pochodne pipradolu, np. 2-(difenylometylo)pipe-ridyna (desoksypipradrol, 2-DPMP) i difenyl-2-pyrrolidinylo-metanol (difenylprolinol; D2PM);

– pochodne tryptaminy, np. 5-(2-aminopropyl)in-
dol (5-IT, 5-API).

tuje się i pije napary z liści, nazywane potocznie herbatą abisyńską, arabską lub buszmeńską. Podczas pojedynczej sesji zwykle stosuje się 100–500 g liści czuwaliczki jadalnej. Katynon, zawarty w uwolnionym soku, jest w większości wchłaniany już z błon śluzowych jamy ustnej. Podczas maceracji związek ten ulega enzymatycznemu przekształceniu do katyny, (+)-norpseudoefedryny i (-)-norefedryny [14].



Ryc. 1. Liczebność grup nowych związków psychoaktywnych [20].

Katynon – prekursor popularnych psychostymulujących dopalaczy

Spośród nowych związków psychostymulujących najbardziej liczne i jednocześnie najbardziej popularne są syntetyczne katynony, analogi związku występującego w khat – świeżych, delikatnych młodych liściach i pędach czuwaliczki jadalnej (*Catha edulis* Forsk.), zimozielonej rośliny drzewiastej z rodziny *dławiszowatych* (*Celastraceae*) (Ryc. 2). Roślina ta endemicznie występuje w południowo-zachodniej części Półwyspu Arabskiego, na terenie krajów tzw. Rogu Afryki (Erytrei, Dżibuti, Somalii i Etiopii), w Kenii, Kongo, Madagaskarze i Indonezji. Największe obszary upraw czuwaliczki jadalnej to rejon Harar w Etiopii, Sanaa-Taiz w Jemenie, Meru w Kenii i Cianjur w Indonezji. Na Wyżynie Etiopskiej jej uprawy wyparły kawę [14]. Główny, a zarazem utrwalony przez tradycję sposób zażywania khat to powolne, wielogodzinne (2–10 godzin) żucie świeżego materiału roślinnego, a widoczny ślad żucia khatu to zazielenione zęby. Znacznie rzadziej przygo-

Historia stosowania khat („African Salad”, „Catha”, „Chat”, „Kat” lub „Oat”) przez mieszkańców Jemenu i obszaru Rogu Afryki sięga starożytności.



Ryc. 2. Czuwaliczka jadalna (*Catha edulis* Forsk.).

Khat, który wywiera łagodne działanie psychostymulujące i ułatwia nawiązywanie kontaktów międzyludzkich, jest tradycyjnie konsumowany podczas spotkań towarzyskich. Przypuszcza się, że w Jemenie

i krajach Afryki Północno-Wschodniej 80–90% dorosłych mężczyzn i 10–60% kobiet codziennie zuje khat, a 5–15% ludności jest od niego uzależnionych [14]. Od końca XX wieku wzrost konsumpcji khatu obserwuje się również w Europie, USA i Australii. „Khat party” jest ważnym elementem kulturowym i etnicznym wśród emigrantów z Jemenu i wschodniej Afryki. Działanie psychoaktywne katynonu pozwala imigrantom na zmniejszenie stresu związanego z przesiedleniem i zapomnienie traumatycznych przeżyć [14]. Na trasie szlaku przemytu khatu z Afryki do Europy Zachodniej znajduje się także Polska. W listopadzie 2015 w porcie przeładunkowym w Gdańsku w kontenerze nadanym w Kenii, w którym miał znajdować się ładunek zielonej herbaty, funkcjonariusze CBŚP znaleźli ponad trzy tony khatu. Przemysłowcy chcieli przetransportować khat do Niemiec.

Efekty działania katynonu przypominają działania amfetaminy, ale są od nich znacznie słabsze. Obejmują euforię, wielomówność, wzrost energii i aktywności psychoruchowej, bezsenność, przyspieszenie pracy serca, wzrost ciśnienia tętniczego krwi i anoreksję. Długotrwałe zażywanie khat może wywołać zaburzenia psychiczne: nadmierną drażliwość, agresywne zachowania, urojenia, psychozę maniacką lub psychozę schizofreniczną oraz doprowadzić do rozwoju uzależnienia [14].

Ewolujący świat katynonów

Do końca 2017 r. w Europie zarejestrowano około 130 syntetycznych pochodnych katynonu [8]. Są one sprzedawane głównie w postaci proszku i drobnych kryształów, rzadziej jako tabletki lub kapsułki. Produkty zawierające katynony są oznakowane jako sole do kąpieli (ang. *bath salts*), pochłaniacze wilgoci, nawóz/odżywka do roślin, proszek do czyszczenia biżuterii, sole/środki piorące. Oto przykład ogłoszenia sklepu internetowego reklamującego katynony: „Prezentujemy zbiór najskuteczniejszych **solii piorących**. Przez niektórych zwane jako **dopalacze**, ponieważ dają one niesamowitego kopa twojej pralce. Bez problemu wypiorą wszystko. Środki te służą wyłącznie do celów laboratoryjnych. Chronić przed dziećmi, substancja nie do spożycia” (podkreślenia własne).

Pierwszym związkiem z tej grupy był metylon, a na początku ery syntetycznych katynonów bardzo dużą popularność zyskał mefedron (4-metylo-3-chlorometkatynon, 4-MMC, „miau-miau”, „mefcia”) oraz 3,4-metylenodioksypirawalon (3,4-metylenodioksy- α -pirolidynowalerofenon; MDPV). Obecnie chętnie kupowane są 3-metylo-3-chlorometkatynon (3-MMC),

3-chlorometkatynon (3-CMC), 4-chlorometkatynon (4-CMC), α -PVP i jego pochodne, a także nadal mefedron, pomimo objęcia go kontrolą prawną. Nowe katynony to PV8 i jego analogi, PV9, hexedron („Henio”) i mexedron („mexik”, „mex”, „Różowy kryształ”).

α -Pirolidynowalerofenon (α -pirolidynopentiofenon; α -PVP) należy do drugiej generacji syntetycznych katynonów. Został zsyntetyzowany w latach 60. XX wieku jako związek o potencjalnym zastosowaniu w leczeniu otyłości i ospałości. α -PVP pojawił się na europejskim rynku substancji odurzających w 2011 r., szybko zyskując popularność. W latach 2011–2015 był jednym z najczęściej konfiskowanych nowych związków psychoaktywnych w Europie, w tym w Polsce [6, 7]. Popularne nazwy slangowe α -PVP to „flakka” (od hiszpańskiego słowa „la flaca” oznaczającego szczupłą, piękną kobietę), „gravel” („żwirek”; białe kryształy związku swoim wyglądem przypominają żwirek do akwariów), „zombi drug” (osoby będące pod wpływem α -PVP zachowywały się jak żywe trupy) oraz „5\$Madness” (pięciodolarowy szaf; w USA 100 mg związku kosztuje 3–5 \$) [13, 16].

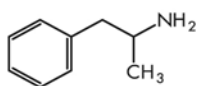
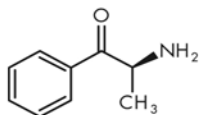
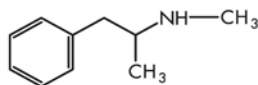
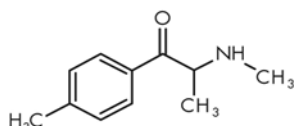
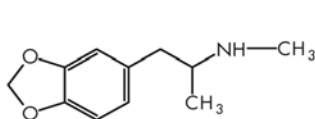
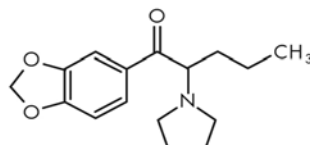
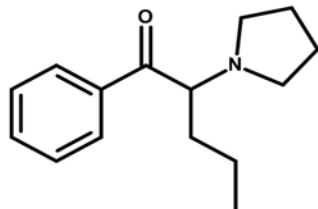
Syntetyczne katynony najczęściej zażywane są doustowo, doustnie i wziewnie. Roztwory tych związków mogą być wstrzykiwane dożylnie, podskórnie lub domięśniowo oraz stosowane w postaci wlewów doodbytniczych [1, 2, 22]. W przypadku mefedronu i MDPV po iniekcjach dożylnych opisywano przypadki zakrzepów i zatorów żylnych, miejscowe zakażenia (w tym martwicze zapalenie powięzi), ropnie, strupy i blizny. Syntetyczne katynony często stosowane są łącznie z lekami i narkotykami, m.in. z alkoholem, lekami β -adrenolitycznymi (w celu przeciwdziałania tachykardii), marihuaną lub pochodnymi benzodiazepiny (aby zmniejszyć stany niepokoju i lęku), famotydyną, omeprazolem lub domperidonem (w celu przeciwdziałania bólowi brzucha), innymi związkami psychostymulującymi, np. kokainą, amfetaminą, modafinilem, benzylopiiperazyną (w celu zwiększenia pobudzenia ośrodkowego układu nerwowego i wzrostu empatii), ketaminą lub zopiklonem (w celu nasilenia omamów wzrokowych), kwasem γ -hydroksymasłowym – GHB („chem-sex”, aby zwiększyć popęd seksualny i intensywność doznań seksualnych) [2, 17, 22].

Syntetyczne katynony: od budowy chemicznej do aktywności neurochemicznej

Cechą charakterystyczną syntetycznych katynonów jest obecność grupy ketonowej w pozycji β łańcucha bocznego, a ich budowa chemiczna jest zbliżona do budowy amfetaminy, metamfetaminy

lub ekstazy, stąd potoczna nazwa β -keto-amfetaminy (β k-amfetaminy) (Ryc. 3). W oparciu o strukturę chemiczną syntetyczne katynony dzielimy na cztery klasy [13]:

- Pochodne z podstawnikiem alkilowym przyłą-

**Amfetamina****Katynon****Metamfetamina****Mefedron****Ekstazy****MDPV** **α -PVP**

czonym w pozycji α łańcucha bocznego (np. 4-metylokatynon) bądź pierścienia fenyłowego (np. mefedron);

- Pochodne z ugrupowaniem metylenodioksyprzylączonym do pierścienia fenyłowego (np. metylon), których budowa jest zbliżona do 3,4-metylenodioksyamfetamin (np. ekstazy);
- Pochodne *N*-pirolidynowe (np. α -PVP);
- Pochodne z podstawnikiem metylenodioksyi ugrupowaniem *N*-pirolidynowym (np. MDPV).

Molekularny mechanizm działania syntetycznych katynonów polega na interakcji z białkami znajdującymi się w błonie presynaptycznej neuronu, które odpowiadają za transport monoamin: dopaminy (DA), noradrenaliny (NA) i serotoniny (5-HT), odpowiednio DAT, NET i SERT, z przestrzeni synaptycznej do neuronu. Proces ten określamy terminem wychwyty zwrotnego neuroprzebieżników. Związki, które działają na DAT, NET i SERT dzielimy na dwie grupy: (1) „blokery”, które wiążą się z białkiem transportera i hamują wychwyt zwrotny neuroprzebieżników oraz (2) substraty, które po związaniu z transporterem ulegają przemieszczeniu do cytoplazmy neuronu, gdzie uruchamiają proces uwalniania cząsteczek neuroprzebieżnika na drodze odwróconego transportu. W wyniku działania obu grup dochodzi do dużego wzrostu pozakomórkowego stężenia przebieżników monoaminergicznych i nasilenia sygnalizacji międzykomórkowej w układzie nerwowym. Dodatkowo związki o charakterze substratów nagromadzają się w cytoplazmie neuronu, gdzie wchodzi w interakcje z określonymi białkami, co z kolei prowadzi do zahamowania syntezy neuroprzebieżników oraz zaburza ich magazynowanie w pęcherzykach synaptycznych. Dochodzi do długo utrzymujących się niedoborów

Ryc. 3. Budowa chemiczna amfetamin i katynonów.

Tabela 1. Związki psychostymulujące z różną siłą hamują wychwyt zwrotny monoamin przebiegający przy udziale DAT, NET i SERT

Związek	DAT IC ₅₀ (μM)	NET IC ₅₀ (μM)	SERT IC ₅₀ (μM)	Współczynnik DAT/SERT	
Kokaina	0,211	0,292	0,313	1,48	[3]
Amfetamina	0,07	1,3	45	35	[15]
Metamfetamina	0,14	1,1	18	17	[15]
Metylokatynon	0,12	2,4	46	19	[15]
Metylon	1,32	1,03	1,017	0,77	[3]
Mefedron	0,26	5,70	2,20	0,40	[15]
MDPV	0,04	0,05	9,6	192	[15]
α -PVP	0,02	0,04	>100	>1000	[15]
Pirowaleron	0,05	0,07	23	327	[15]

Wyniki z badań *in vitro* przeprowadzonych na synaptosomach z mózgu szczura.

IC₅₀ – stężenie związku, które powoduje zahamowanie wychwyty do 50% wartości w grupie kontrolnej.

Wartość współczynnika DAT/SERT wyliczana jest wg wzoru (DAT IC₅₀)⁻¹/(SERT IC₅₀)⁻¹.

neuroprzekazników. Syntetyczne katynony z podstawnikiem w pierścieniu fenylovym są substratami transporterów dla monoamin, natomiast z ugrupowaniem piroolidynowym działają jako blokery DAT, NET i SERT [3, 15].

Uważa się, że nasilenie przekazywania dopaminergicznego i noradrenergicznego odgrywa kluczową rolę w działaniu psychostymulującym i euforyzującym związku, natomiast wzrost natężenia przekazywania serotonergicznego odpowiada za efekty empatogenne. Parametrem pozwalającym przewidzieć charakter działania danego związku jest stosunek powinowactwa DAT/SERT (Tab. 1). W przypadku klasycznych empatogenów/entaktogenów, takich jak ekstazy (3,4-metylenodioksymetamfetamina, MDMA), stosunek ten wynosi około 0,1. Związki te poprawiają nastrój bez wywoływania silnego działania psychostymulującego. Dla syntetycznych pochodnych katynonu, takich jak np. mefedron, metylon, etylon, butylon i nafyron, współczynnik DAT/SERT mieści się w przedziale około 0,5-4, a co za tym idzie związki te wykazują mieszane działanie psychostymulujące i empatogenne. Katynony, których powinowactwo do DAT jest zdecydowanie większe niż do SERT (DAT>>>SERT), np. MDPV i α -PVP, działają psychostymulująco i charakteryzują się dużym potencjałem uzależniającym, a ich właściwości empatogenne są marginalne. Wykazano ponadto, że silne pobudzenie przekazywania serotonergicznego zmniejsza potencjał uzależniający związku [3, 9, 15].

Działania syntetycznych katynonów: od nieba do piekła

Oczekiwane efekty działania psychostymulujących „dopalaczy” to przede wszystkim dobre samopoczucie, wzrost pewności siebie, euforia, łatwość komunikacji interpersonalnej, nasilenie odczuć zmysłowych, wzrost energii i aktywności psychofizycznej, lepsza koncentracja, jasność myśli, wchłanianie wiedzy z szybkością światła. W wyniku działania katynonów dochodzi także do zmniejszenia zmęczenia i senności oraz spadku apetytu [1, 2, 11, 22]. Niektóre z nich, np. mefedron, zwiększają popęd seksualny i są wykorzystywane w tzw. chem-seksie [17].

Syntetyczne pochodne katynonu wywierają różnorodne działania toksyczne, a niektóre z nich stanowią bezpośrednie zagrożenie dla życia [1, 2, 4, 5, 11, 12, 16, 18, 21, 22]. Do najczęściej opisywanych objawów zatrucia należą zaburzenia:

- Sercowo-naczyniowe - przyspieszenie akcji serca, kołatanie serca, bóle w klatce piersiowej, wzrost ciśnienia tętniczego krwi, zapalenie mięśnia sercowe-

go, zawał serca, zatrzymanie akcji serca;

- Hematologiczne - zespół rozsianego wykrzepiania wewnątrznaczyniowego;

- Neurologiczne – bezsenność, bóle głowy, zgrzytanie zębami, drgawki, zaburzenia widzenia, parastezje;

- Zaburzenia poznawcze – dezorientacja, długotrwałe osłabienie funkcji poznawczych, obniżenie sprawności umysłowej, problemy z kojarzeniem nazw, miejsc i czasu, wycofanie społeczne;

- Psychiczne – drażliwość, agresja (często objawiająca się przemocą), niepokój, napady paniki, brak motywacji, anhedonia, depresja, myśli i próby samobójcze;

- Percepcyjne – urojenia paranoidalne, omamy słuchowe i wzrokowe (często w postaci ludzi stanowiących zagrożenie, śledzących i czyhających na życie);

- Zaburzenia elektrolitowe i równowagi kwasowo-zasadowej.

Ponadto w wyniku działania syntetycznych pochodnych katynonu może dojść do krwawienia z nosa, owrzodzenia nosa i gardła, rozpadu mięśni szkieletowych (rabdomiolizy) z następującym uszkodzeniem nerek oraz do uszkodzeń wielonarządowych prowadzących do zgonu. Bardzo niebezpieczny jest wzrost temperatury ciała powyżej 40°C.

W okresie kilkunastu miesięcy (wrzesień 2014 – grudzień 2015) α -PVP wywołał falę ciężkich zatruc na Florydzie, w wyniku których 80 osób zmarło, a tysiące trafiły do szpitali [19]. Szeroko relacjonowano patologiczne zachowania osób będących pod wpływem α -PVP: wicie się na ziemi, „chód zombie”, uciekanie w panice przed wyimaginowanymi prześladowcami, bieganie nago po ruchliwych ulicach, agresywność połączoną z nadludzką siłą fizyczną i znikomym odczuwaniem bólu. Opisywano przypadki samookaleczeń, a nawet akty kanibalizmu. W sierpniu 2016 r. Austin Harrouff, 19-letni student Florida State University, prawdopodobnie będąc pod wpływem α -PVP zachowywał się jak zwierzę – warcząc, wyjąc i atakując ludzi, a następnie zabił i odgryzł części twarzy jednej ze swoich ofiar. α -PVP zbiera tragiczne żniwo również w Polsce. W lipcu 2018 roku na jednej z ulic Świnoujścia silnie pobudzony mężczyzna rzucał się na jadące samochody, a następnie na oczach przechodniów próbował się okaleczyć i podciąć gardło telefonem komórkowym. Przerażeni ludzie wezwali policję, która również miała problemy z zatrzymaniem mężczyzny. Po chwili stracił on przytomność. Pomimo reanimacji mężczyzna zmarł.

W serwisie internetowym Hyperreal.info, zajmującym się gromadzeniem wiedzy na temat substancji psychoaktywnych, można przeczytać taką oto relację: „Ładnie lecisiz. Straszna historia, piekło na ziemi. Ja

miałam alfę dwa razy ale dużo jej nie brałam, za to bliscy mi ludzie tak. To co widziałam to dno. Bałam się, że poumierają mi. Jedna osoba nie spała tydzień i mówiła, że po prostu zapomniała jak się śpi i nie potrafiła zasnąć” [10].

Postępowanie w przypadku ostrych zatruc

Postępowanie lecznicze w przypadku zatruc katynonami jest wyłącznie objawowe i opiera się na przywróceniu podstawowych funkcji życiowych, tj. drożności dróg oddechowych, prawidłowej wentylacji oraz parametrów układu krążenia [5, 12, 13, 22].

Wobec silnie pobudzonych osób z majaczeniem nie należy stosować przymusu bezpośredniego. Lekami z wyboru stosowanymi do opanowania pobudzenia i agresji są pochodne benzodiazepiny, np. midazolam i diazepam, podawane dożylnie. W przypadku braku poprawy stosuje się leki przeciwpsychotyczne – ryisperidon, rzadziej haloperidol. W dalszej kolejności należy zapewnić odpowiednią sedację, ustabilizować parametry hemodynamiczne, rozpocząć uzupełnianie niedoborów płynów ustrojowych, a w przypadku hipertermii wdrożyć chłodzenie fizykalne. Hipertermia towarzysząca zatruciom katynonami nie reaguje na popularne leki przeciwgorączkowe.

Bibliografia

1. Ashrafioun L., Bonadio F.A., Baik K.D., Bradbury S.L., Carhart V.L., Cross N.A., Davis A.K., Feuille M., Harper A.R., Lackey J.H., Lang B., Lauritsen K.J., Leith J., Osborn L.A., Rosenberg H., Stock J., Zaturenskaya M. (2016) Patterns of use, acute subjective experiences, and motivations for using Synthetic cathinones (“Bath Salts”) in recreational users. *J. Psychoactive Drugs*. 48(5): 336-343.
2. Assi S., Gulyamova N., Kneller P., Osselton D. (2017) The effects and toxicity of cathinones from the users’ perspectives: A qualitative study. *Hum. Psychopharmacol.* 32(3). <http://do.org: 10.1002/hup.2610>
3. Baumann M.H., Walters H.M., Niello M., Sitte H.H. (2018) Neuropharmacology of synthetic cathinones. W: *Handbook of Experimental Pharmacology*. Springer Nature Switzerland AG. http://doi.org/10.1007/164_2018_178.
4. Beck O., Bäckberg M., Signell P., Helander A. (2018) Intoxications in the STRIDA project involving a panorama of psychostimulant pyrovalerone derivatives, MDPV copycats. *Clin. Toxicol. (Phila)* 56(4): 256-263.
5. Brown G.R., McLaughlin K., Vaughn K. (2018) Identifying and treating patients with synthetic psychoactive drug intoxication. *JAAPA* 31(8): 1-5.
6. Byrska B., Stanaszek R., Zuba D. (2017) Alpha-PVP as an active component of herbal highs in Poland between 2013 and 2015. *Drug Test. Anal.* 9(8): 1267-1274.
7. EMCDDA (2016) European Drug Report 2016: Trends and Developments. http://www.emcdda.europa.eu/publications/edr/trends-developments/2016_en
8. EMCDDA (2018) European Drug Report 2018: Trends and Developments. http://www.emcdda.europa.eu/edr2018_en
9. Gannon B.M., Baumann M.H., Walther D., Jimenez-Morigosa C., Sulima A., Rice K.C., Collins G.T. (2018) The abuse-related effects of pyrrolidine-containing cathinones are related to their potency and selectivity to inhibit the dopamine transporter. *Neuropsychopharmacology* 43(12): 2399-2407.
10. <http://hyperreal.info/talk/alfa-wasze-paranoje-t43044-130>.
11. Karila L., Lafaye G., Scocard A., Cottencin O., Benyamina A. (2018) MDPV and α -PVP use in humans: The twisted sisters. *Neuropharmacology* 134(Pt A): 65-72.
12. Mas-Morey P., Visser M.H., Winkelmolen L., Touw D.J. (2013) Clinical toxicology and management of intoxications with synthetic cathinones (“bath salts”). *J. Pharm. Pract.* 26(4): 353-357.
13. Nóbrega L., Dinis-Oliveira R.J. (2018) The synthetic cathinone α -pyrrolidinovalerophenone (α -PVP): pharmacokinetic and pharmacodynamic clinical and forensic aspects. *Drug Metab Rev.* 50(2): 125-139.
14. Patel N.B. (2015) “Natural amphetamine” Khat: A cultural tradition or a drug of abuse? *Int. Rev. Neurobiol.* 120: 235-255.
15. Rickli A., Hoener M.C., Liechti M.E. (2015) Monoamine transporter and receptor interaction profiles of novel psychoactive substances: para-halogenated amphetamines and pyrovalerone cathinones. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 25(3): 365-376.

16. Salani D., Albuja L.D., Zdanowicz M. (2018) The explosion of a new designer drug, flakka. *J. Addict. Nurs.* 29(4): 255-259.
17. Schmidt A.J., Bourne A., Weatherburn P., Reid D., Marcus U., Hickson F.; EMIS Network (2016) Illicit drug use among gay and bisexual men in 44 cities: Findings from the European MSM Internet Survey (EMIS). *Int. J. Drug Policy* 38: 4-12.
18. Umebachi R., Aoki H., Sugita M., Taira T., Wakai S., Saito T., Inokuchi S. (2016) Clinical characteristics of α -pyrrolidinovalerophenone (α -PVP) poisoning. *Clin. Toxicol. (Phila)* 54(7): 563-567.
19. UNODC (2017) MARKET ANALYSIS OF SYNTHETIC DRUGS. Amphetamine-type stimulants, new psychoactive substances. https://www.unodc.org/wdr2017/field/Booklet_4_ATSNPS.pdf
20. UNODC (2018) World Drug Report. <https://www.unodc.org/wdr2018>
21. Zaami S., Giorgetti R., Pichini S., Pantano F., Marinelli E, Busardò F.P. (2018) Synthetic cathinones related fatalities: an update. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 22(1): 268-274.
22. Zawilska J.B., Wojcieszak J. (2017) α -Pyrrolidinophenones: a new wave of designer cathinones. *Forensic Toxicol.* 35: 201-216.
23. Zawilska J.B., Wojcieszak J. (2018) Novel psychoactive substances: Classification and general information. W: *Synthetic Cathinones – Novel Addictive and Stimulatory Psychoactive Substances* (red. Zawilska J.B.). *Curr. Topics Neurotox.* 12: 11-24. Springer Int. Publ. AG, Cham, Switzerland.

Prof. dr hab. Jolanta B. Zawilska. Zakład Farmakodynamiki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. E-mail: jolanta.zawilska@umed.lodz.pl



JAK POBUDZIĆ SIECI NERWOWE W ZDROWYM I USZKODZONYM RDZENIU KRĘGOWYM

Małgorzata Skup (Warszawa)

Streszczenie

Mimo ogromnych osiągnięć badań eksperymentalnych i technologii medycznych, odtworzenie połączeń i osłonek nerwowych oraz sterowanie funkcją ocalałych włókien i sieci nerwowych w uszkodzonym rdzeniu kręgowym wciąż należą do jednych z najtrudniejszych wyzwań medycyny. Artykuł omawia kroki milowe na drodze postępu w leczeniu uszkodzeń rdzenia kręgowego, dobroczynne działanie ćwiczenia ruchowego i elektrostymulacji, które wykorzystują niezwykle własności wewnętrznej sieci neuronów rdzeniowych, podatnych na pobudzenie, zdolnych do inicjowania lokomocji i generowania wzorca ruchu.

Abstract

Despite remarkable achievements of experimental research and medical technologies, restoration of connections and nerve sheaths, control of function of surviving fibers and neural networks in the spinal cord after injury are still one of the most difficult challenges of medicine. The article discusses milestones in the progress of treatment of spinal cord injuries, beneficial effects of exercise and electrostimulation, which use the unusual properties of the internal network of spinal neurons, prone to stimulation, capable of initiating locomotion and generating a movement pattern.

O powszechności uszkodzeń rdzenia kręgowego i istotności problemów zdrowotnych i społecznych, które są z nimi związane, świadczą statystyki. Źródła Światowej Organizacji Zdrowia podają, że każdego roku 250-500 tysięcy ludzi doznaje urazu rdzenia kręgowego [7]. Narodowe Centrum Badań Statystycz-

nych Uszkodzeń Rdzenia Kręgowego (NSCISC) USA wskazuje, że co godzinę, każdego dnia, co najmniej jedna osoba doznaje urazu rdzenia kręgowego. W samych Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej odnotowuje się ok. 17700 nowych przypadków urazów rdzenia kręgowego rocznie; 81% przypadków